

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3028688号

(P3028688)

(45)発行日 平成12年4月4日(2000.4.4)

(24)登録日 平成12年2月4日(2000.2.4)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

F 1 6 H 15/38

F 1 6 H 15/38

C 2 1 D 9/40

C 2 1 D 9/40

A

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-320528

(22)出願日 平成4年11月30日(1992.11.30)

(65)公開番号 特開平6-159463

(43)公開日 平成6年6月7日(1994.6.7)

審査請求日 平成8年9月30日(1996.9.30)

(73)特許権者 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 内 山 典 子

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日

産自動車株式会社 内

(72)発明者 松 本 隆

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日

産自動車株式会社 内

(72)発明者 梅 垣 俊 造

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日

産自動車株式会社 内

(74)代理人 100077610

弁理士 小塩 豊

審査官 柳 五三

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トロイダル式無段変速機用金属製転動体およびその製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 潤滑油を介して接触する複数個の金属製転動体を用いたトロイダル式無段変速機において、前記金属製転動体が、クロムを含有する機械構造用低合金鋼を素材とし、表面において浸炭焼入れ処理が施されていると共に前記表面のうち転動面においてさらに高周波焼入れ処理が施されかつ焼もどし処理が施されていて、転動面においては表面硬さHv750以上、有効硬化層深さ2mm以上であり、転動面以外においては表面硬さHv650以上、有効硬化層深さ2mm以下であることを特徴とするトロイダル式無段変速機用金属製転動体。

【請求項2】 潤滑油を介して接触する複数個の金属製転動体を用いたトロイダル式無段変速機において、前記金属製転動体を製造するに際し、クロムを含有する機械構造用低合金鋼を素材として用い、表面にカーボンポテ

2

ンシャルC、P、=0.8~3.0%の範囲で浸炭した後焼入れ処理を施し、次いで前記表面のうち転動面のみに高周波焼入れ処理を施し、さらに焼もどし処理を施して、転動面においては表面硬さHv750以上、有効硬化層深さ2mm以上とし、転動面以外においては表面硬さHv650以上、有効硬化層深さ2mm以下とすることを特徴とするトロイダル式無段変速機用金属製転動体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車などの車両や回転動力源等において、無段変速機として使用可能なトロイダル式無段変速機用転動体およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車などの車両において使用される変速機としては、歯車列における噛み合わせ状態を手動や自動で切替える有段変速機が多く用いられているが、無段変速機を採用する試みもなされており、一部実用化されて市販されているものもある。

【0003】この無段変速機は、連続的に変速するため、燃費が向上すること、変速ショックがないこと、などの特徴を持っているが、その構造によって、ベルト式とトロイダル式の2つに大別される。

【0004】その中で、トロイダル式（転がり式）の無段変速機は、図1に示すように、潤滑油を介して接触する金属製転動体を用いた構造を有するものであって、このトロイダル式無段変速機1は、入力軸2に接続したローディングカム3および連結軸4を介して一体で回転する入力ディスク5、5をそなえていると共に、歯車6、7を介して出力軸8を回転させる出力ディスク9、9をそなえ、入力ディスク5、5と出力ディスク9、9との間にパワーローラ10、10、10、10を設けた構造を有するものである。

【0005】そして、このトロイダル式無段変速機1では、入力ディスク5と出力ディスク9との間で挟まれたパワーローラ10の傾きを変化させ、入・出力ディスク5、9の相対回転速度を変えて変速しつつ、動力を伝達する仕組みになっている（特開平1-229158号など）。

【0006】そのため、このような金属製転動体よりなる入力ディスク5、出力ディスク9およびパワーローラ10は、エンジントルクの入力によって、転動面においては面圧入力を受けることとなるので、面疲労強度に優れていることが要求され、高い表面硬度と深い硬化層深さが必要となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなトロイダル式無段変速機用金属製転動体（入力ディスク5、出力ディスク9、パワーローラ10）にあっては、それらの要求に対処するため、長時間にわたる浸炭処理を施した後に焼入れ焼もどし処理を行っているので、生産性が悪く、コストアップを招いてしまううえに、表面近傍に亀裂の起点となり易い粒界酸化層が成長してしまう。

【0008】そして、入力ディスク5は、ローディングカム3との接触面において押し付け力が働くので、深い硬化層を得る処理を施した場合においては、粒界酸化層を起点とした割れや欠けが発生することがあり、反対に、硬化層がなくては、陥没を生じてしまうことになる。

【0009】また、入力ディスク5および出力ディスク9の肉厚の薄い部分にあっては、深い硬化層を得る処理を施した場合において、内部まで硬化されていること、および表面近傍に粒界酸化層が残っていることのため

に、粒界酸化層を起点とした割れや欠けが発生するおそれがあった。

【0010】さらに、入力ディスク5および出力ディスク9は、スプラインによって軸と共に駆動する構造になっており、スプラインに歯が形成されている。そして、このスプラインに形成されている歯にあっては、深い硬化層を得る処理を施した場合において、内部まで硬化されていることから、割れや欠けが発生しやすいものとなっており、反対に、硬化層がない場合には変形しやすいものとなる。

【0011】さらにまた、パワーローラ10の端部にあっても、硬化層が深い処理を施した場合に、割れや欠けが発生しやすいものとなり、また、このパワーローラ10は、図示していない軸受によって押し付けられながら保持されていることから、硬化層がない場合には陥没を生じやすいものとなる。

【0012】したがって、硬化層が深いために生じる問題点、および硬化層がないために生じる問題点を解消し、転動疲労特性に優れていると共に、割れや欠けの発生を低減し、そしてまた陥没などの変形を生じがたいトロイダル式無段変速機用金属製転動体の開発が望まれているという課題があった。

【0013】

【発明の目的】本発明は、このような従来の課題にかんがみてなされたものであって、転動疲労特性に優れていると共に、割れや欠けの発生が少なく、かつまた陥没などの変形を生じがたい耐久性の著しく良好なトロイダル式無段変速機用金属製転動体を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に係わるトロイダル式無段変速機用金属製転動体は、潤滑油を介して接触する複数の金属製転動体を用いたトロイダル式無段変速機において、前記金属製転動体が、クロムを含有する機械構造用低合金鋼を素材とし、表面において浸炭焼入れ処理が施されていると共に前記表面のうち転動面においてさらに高周波焼入れ処理が施されかつ焼もどし処理が施されていて、転動面においては表面硬さHv750以上、有効硬化層深さ2mm以上であり、転動面以外においては表面硬さHv650以上、有効硬化層深さ2mm以下である構成としたことを特徴としている。

【0015】また、本発明に係わるトロイダル式無段変速機用金属製転動体の製造方法は、潤滑油を介して接触する複数の金属製転動体を用いたトロイダル式無段変速機において、前記金属製転動体を製造するに際し、クロムを含有する機械構造用低合金鋼を素材として用い、表面にカーボンポテンシャルC、P、=0.8~3.0%の範囲で浸炭した後焼入れ処理を施し、次いで前記表面のうち転動面のみに高周波焼入れ処理を施し、さらに焼もどし処理を施して、転動面においては表面硬さHv

750以上、有効硬化層深さ2mm以上とし、転動面以外においては表面硬さHv650以上、有効硬化層深さ2mm以下とする構成としたことを特徴としており、このような構成とすることによって、各部位で必要とする特性を兼ね備えた理想的な硬化層パターンが、短時間で得られることにより、転動疲労特性に優れていると共に、割れや欠けの発生が少なく、かつまた陥没などの変形を生じがたい耐久性の著しく良好なトロイダル式無段変速機用金属転動体を短時間のうちに低コストで製造できるようにしたことを特徴としている。

【0016】本発明に係わる金属製転動体の素材としては、クロムを含有する機械構造用低合金鋼が用いられ、例えば、JIS G 4104に制定するSCrや、G 4105に制定するSCMなどを用いることができる。

【0017】そして、本発明に係わるトロイダル式無段変速機用金属製転動体では、その表面において浸炭焼入れ処理が施されていると共に前記表面のうち転動面においてさらに高周波焼入れ処理が施されかつ焼もどし処理が施されていて、摺動面においては表面硬さHv750以上、有効硬化層深さ2mm以上であるものとしているが、この場合に、表面硬さがHv750よりも低いと、表面硬さが不足すると共に高い圧縮残留応力が付加されなくなって、面疲労強度が低下し、転動疲労特性に劣るものとなって耐久寿命が短いものとなるので好ましくなく、また、有効硬化層深さが2mmよりも浅いと、転動面にスポーリングを生じて耐久寿命が短いものとなるので好ましくない。

【0018】さらに、本発明に係わる金属製転動体の転動面以外においては表面硬さHv650以上、有効硬化層深さ2mm以下であるものとしているが、この場合に、表面硬さがHv650よりも低いと、ディスクがスプラインを介して軸と共に駆動する構造としたときにスプラインに変形を生じたり、あるいはまたスプラインお\*

\*およびそれ以外の部分に陥没を生じたりするので好ましくなく、有効硬化層深さが2mmよりも深いと粒界酸化層を起点とする欠けや割れが発生したり、内部まで硬化しているものとなるためこの場合にも割れや欠けを生じたりすることとなるので好ましくない。

【0019】また、本発明に係わる金属製転動体を製造するに際して、表面にカーボンポテンシャルC. P. = 0.8~3.0%の範囲で浸炭した後焼入れ処理を施し、次いで前記表面のうち転動面のみに高周波焼入れを施し、さらに焼もどし処理を施すようにしているが、この場合に、カーボンポテンシャルC. P. が0.8%よりも低いと上述した必要とする表面硬さを容易に得ることができなくなり、反対に、カーボンポテンシャルC. P. が3.0%よりも高い場合にも低合金鋼では合金元素が炭化物として析出して焼入れ性が低下するため必要な表面硬さを容易に得ることができなくなるので好ましくない。

【0020】

【実施例】この実施例においては、先に説明した図1に示したトロイダル式無段変速機1に適用した場合について述べる。すでに説明したように、図1に示すトロイダル式無段変速機1は、金属製転動体である入力ディスク5、出力ディスク9およびパワーローラ10を1組とし、動力伝達能力により1組または複数組（本実施例の場合は2組）から構成されている。

【0021】これらの金属製転動体である入力ディスク5、出力ディスク9およびパワーローラ10において、この実施例では、表1に示す化学成分のクロムを含有する機械構造用低合金鋼、すなわち、クロム鋼（SCr）、およびクロムモリブデン鋼（SCM）を使用した。

【0022】

【表1】

鋼 種	化学成分 (重量%)							
	C	S	Mn	P	S	Cr	Mo	Feおよび不純物
SCM440	0.38	0.26	0.78	0.013	0.012	1.08	0.16	残部
SCr440	0.39	0.22	0.8	0.015	0.017	1.05	—	残部
SCM420	0.20	0.21	0.8	0.015	0.019	1.14	0.16	残部

【0023】そして、表1に示した鋼を素材として部品形状に機械加工を行った後、表2および表3に示すように、浸炭条件、高周波加熱条件、ならびに表4および表5に示すように、研磨の有無、ショットピーニングの有無

※無などを選択して、入出力ディスク5、9およびパワーローラ10の製造を行った。

【0024】

【表2】

区分	No.	材質	浸 炭		高周波加熱時間 (t)	
			温 度 (℃)	時間 (Hr)	入・出力ディスク (sec)	パワーローラ (sec)
本 発 明 例	1	SCM440	900 (C. P. = 0.85%)	8	10	8
	2	SCM420	900 (C. P. = 0.85%)	8	15	8
	3	SCM440	900 (C. P. = 2.0%)	8	10	8
	4	SCr440	900 (C. P. = 0.85%)	8	10	8
	5	SCM440	900 (C. P. = 0.85%)	8	10	8
	6	SCM440	900 (C. P. = 0.85%)	8	10	5

【0025】

\* \* 【表3】

区分	No.	材質	浸 炭		高周波加熱時間 (t)	
			温 度 (℃)	時間 (Hr)	入・出力ディスク (sec)	パワーローラ (sec)
比 較 例	7	SCM420	900 (C. P. = 0.85%)	40		—
	8	SCM420	900 (C. P. = 0.85%)	40	—	
	9	SCM440	900 (C. P. = 0.85%)	8	5	8
	10	SCM440	—	—	10	8
	11	SCM440	—	—	10	8
	12	SCM440 (ディスク)	900 (C. P. = 0.85%)	8	10	—
		SCM420 (パワーローラ)	900 (C. P. = 0.85%)	40		
	13	SCM440	900 (C. P. = 0.65%)	8	10	8
	14	SCM440	900 (C. P. = 3.30%)	8	10	8

【0026】

\* \* 【表4】

区分	No.	研 磨		ショット ピーニング	備 考
		転動面	非転動面		
本 発 明 例	1	あり	なし	なし	パワーローラ硬化層： 図5のパターン1
	2	あり	なし	なし	同 上
	3	あり	なし	なし	同 上
	4	あり	あり	なし	同 上
	5	あり	なし	あり	同 上
	6	あり	なし	なし	パワーローラ硬化層： 図5のパターン2

【0027】

★ ★ 【表5】

No. 分	研 磨		ショット ピーニング	備 考
	転動面	非転動面		
7	あり	なし	なし	ディスク、パワーローラ共に 浸炭処理のみ
8	あり	あり	なし	同 上
9	あり	なし	なし	パワーローラ硬化層： 図5のパターン1
比較例10	あり	なし	なし	ディスク全面高周波焼入れ パワーローラ硬化層： 図5のパターン1
11	あり	なし	なし	ディスク転動面のみ高周波焼入れ パワーローラ硬化層： 図5のパターン1
12	あり (ディスク)	なし	なし	ディスクのみ本実施例No. 1 と同じ
	あり (パワーローラ)			パワーローラは浸炭処理のみ
13	あり	なし	なし	パワーローラ硬化層： 図5のパターン1
14	あり	なし	なし	パワーローラ硬化層： 図5のパターン1

【0028】また、この製造工程において採用した熱処理における温度と時間との関係を図2および図3に示し、さらに、製造したのちのディスク5、9およびパワーローラ10の硬化層状態を図4および図5に示す。

【0029】そこで、表2、表3および図2、図3に示すように、浸炭時のカーボンポテンシャル(C.P.)=0.85%(図2)および2.0%(図3)ならびに比較のために0.65%(比較例13)および3.30%(比較例14)、浸炭温度900℃、浸炭処理時間8時間または40時間で浸炭を行った(ただし、比較例No. 10、11を除く)後、850℃で30分間保持し、60℃で油冷する焼入れ処理を行った。このとき、図3に示すように、カーボンポテンシャル(C.P.)=2.0%および3.30%で行う高濃度浸炭処理に際しては、析出炭化物を球状化するため、浸炭後にいったんA<sub>1</sub>変態点以下まで冷却を行った。この浸炭焼入れによって得られた硬化層パターンを図4および図5において破線で示す。

【0030】次いで、ディスク5、9およびパワーローラ10の転動面5a、9a、10aにのみ高周波焼入れを行うにあたり、ディスク5、9については、高周波加熱を出力200kW、周波数10kHz一定で図2および図3ならびに表2および表3に示す加熱時間t(sec)の処理を行った後、60℃で油冷する高周波焼入れ処理を実施した(ただし、比較例No. 7、8を除く

\*く)。

【0031】また、パワーローラ10については、高周波出力80kW、周波数10kHz、時間8secで転動面10aの全面を均一に加熱する図5のパターン1に示す場合と、高周波出力80kW、周波数10kHz、時間5secで転動面10aの接触部のみを加熱する図5のパターン2に示す場合の2通りで高周波加熱を行った後、60℃で油冷する高周波焼入れを実施した(ただし、比較例No. 7、8、12を除く)。

【0032】この高周波焼入れによって得られた硬化層パターンを図4および図5において実線で示す。

【0033】その後、ディスク5、9およびパワーローラ10共に、それらの全体に160℃、2時間の焼もどし処理を行った。

【0034】次いで、表4および表5に示すように、転動面5a、9a、10aを研磨加工によって表面粗さR<sub>a</sub>=0.03μm程度に仕上げ、外周面(非転動面)においても一部について研磨加工を行った。さらに、同じく表4および表5に示すように、一部についてショットピーニングを行った。

【0035】次いで、ディスク5、9およびパワーローラ10の表面硬さを測定したところ、表6および表7に示す結果であった。

【0036】

【表6】

40

\*

区分No.	硬さ測定結果						
	転動面				非転動面		
	表面硬さ		有効硬化層深さ		表面硬さ	有効硬化層深さ	
	入・出力ディスク (Hv)	パワーローラ (Hv)	入・出力ディスク (mm)	パワーローラ (mm)	(Hv)	(mm)	
本発明例	1	820	815	3.2	3.0	770	1.1
	2	810	815	2.6	2.7	750	0.9
	3	850	840	3.0	2.9	800	1.0
	4	815	820	2.9	3.0	760	1.0
	5	870	860	3.1	2.9	775	1.1
	6	820	815	3.1	3.3	770	1.1

【0037】

\* \* 【表7】

区 分No.	硬さ測定結果						
	転 動 面				非転動面		
	表面硬さ		有効硬化層深さ		表面硬さ	有効硬化層深さ	
	入・出力ディスク (Hv)	パワーローラ (Hv)	入・出力ディスク (mm)	パワーローラ (mm)	(Hv)	(mm)	
比 較 例	7	790	780	3.0	2.9	780	3.0
	8	790	785	3.1	3.0	780	3.1
	9	810	800	1.6	1.7	790	0.9
	10	690	700	2.9	3.0	680	2.8
	11	680	690	2.8	2.9	—	—
	12	820	770	3.0	2.9	760	2.9
	13	670	685	2.7	2.8	635	1.0
	14	690	700	3.1	3.0	660	1.0

【0038】表6および表7に示すように、本発明実施例No. 1～6の場合に、入力ディスク5、出力ディスク9およびパワーローラ10の転動面5a, 9a, 10aにおいては、表面硬さHv750以上、有効硬化層深さ2mm以上となっていると共に、転動面以外においては、表面硬さHv650以上、有効硬化層深さ2mm以下となっているのに対して、比較例No. 7～14の場合には、転動面の表面硬さが低すぎたり（No. 10, 11, 13, 14）、転動面の有効硬化層深さが浅すぎたり（No. 9）、非転動面の有効硬化層深さが大きすぎたり（No. 7, 8, 10, 12）、非転動面の表面硬さが低すぎたり（No. 13）したものとなっていた。

【0039】次に、各実施例（No. 1～6）および比較例（No. 7～14）に基づいて製作した各入力ディスク5、出力ディスク9およびパワーローラ10に対し、表8に示す条件下で耐久試験を実施した。なお、入力ディスク5、出力ディスク9およびパワーローラ10は、同じ材質のものを組み合わせて試験した。この結果を表9および表10に示す。

【0040】

【表8】

※

項目	内容
接触面圧 (Pmax)	3.0 GPa
最大剪断応力深さ	1.8 mm
すべり率	1%以下
変速比	一定
潤滑油	トラクションオイル
潤滑油温	80℃

【0041】

【表9】

区分No.	試験結果	
	表面性状	耐久寿命
本発明例	1 ディスク転動面フレーキング	$8.9 \times 10^6$
	2 同 上	$7 \times 10^6$
	3 同 上	$2 \times 10^7$
	4 同 上	$1 \times 10^7$
	5 同 上	$3 \times 10^7$
	6 同 上	$9.2 \times 10^6$

【0042】

【表10】

No.	試験結果	
	表面性状	耐久寿命
7	ディスクローディングカム面 端部割れ発生	$1.5 \times 10^6$
8	ディスクスプライン歯かけ	$9.2 \times 10^5$
9	ディスク転動面スポーリング	$5 \times 10^5$
10	ディスク転動面フレーキング	$2 \times 10^6$
11	ディスクスプライン変形および ローディングカム面陥没	$2 \times 10^6$
12	パワーローラフレーキング	$4 \times 10^6$
13	ディスクスプライン変形および ローディングカム面陥没	$3 \times 10^6$
14	ディスク転動面フレーキング	$4 \times 10^6$

【0043】表9および表10に示すように、本発明実施例によれば、比較例のものとは比べて転動疲労特性に優れたものとなっていると共に、割れや欠けなどの発生がなく、かつまた陥没などの変形も生じないものとなっていることが確かめられた。

【0044】このように、本発明実施例において確認されたところからも明かなように、

(1) 浸炭時間が短時間のため、表面の粒界酸化層が低減され、研磨加工をおこなわない部分からの割れや欠けの発生が少なくなる。

【0045】(2) 浸炭時間が短時間のため、スプラインの歯および端部において浸炭層が表面にのみ形成されることにより、割れや欠けの発生が低下する。

【0046】(3) 浸炭後さらに転動面にのみ高周波焼入れを施すことによって、冷却速度が速いことから、さらに表面硬度が高くなり、転動面での面疲労強度が向上する。

【0047】(4) 浸炭後転動面に高周波焼入れを加えることで、高い圧縮残留応力が付加され、面疲労強度が向上する。など、各部位で必要とする特性を兼ね備えることから、転動疲労特性が改善されて耐久寿命が向上する。

【0048】さらに、非転動部の粒界酸化層を除去するため、全面に研磨加工を行うことで、粒界酸化層を起点とする亀裂の発生が防止できることから、転動面以外での疲労強度が向上して耐久寿命も向上する。

【0049】さらにまた、本発明実施例No. 5で採用したように、浸炭焼入れ処理に続いて高周波焼入れ処理を行った後、アークハイト0.3以上のショットピーニングを行うことで、粒界酸化層をつぶすことが可能となるうえ、ショットピーニングの効果で高い圧縮残留応力が付加されることから、さらに疲労強度が向上する。

【0050】また、実施例No. 3のごとく浸炭をカーボンポテンシャル(C. P.) = 2.0%の高濃度で行

い、図3に示したように、浸炭後に一旦A<sub>1</sub>変態点以下まで冷却を行うことにより、表面には球状の炭化物が析出する。これによって、表面硬度はさらに高くなることから、面疲労強度が向上する。

【0051】そして、本発明実施例によると、処理時間は従来に比較して約1/5に短縮された。また、浸炭処理は、これに限らず、プラズマ浸炭法、真空浸炭法等によっても適用可能であることが確認された。

【0052】これに対して、比較例No. 7, 8で示したように、浸炭のみで深い硬化層を得ようとする、長時間(40時間)を要し、粒界酸化層が成長するため、端部から粒界酸化層を起点とした亀裂が成長し、割れが発生した。さらに、研磨加工を行うことで、粒界酸化層を除去したところ、硬化層がスプラインの歯で深くなり、欠けが発生した。

【0053】また、浸炭後に転動面のみに高周波焼入れを行うが、比較例No. 9で示したように、転動面での硬化層が薄いとスポーリングが発生し、寿命は短い。

【0054】さらに、比較例No. 10, 11で示したように、浸炭処理を行わず、高周波焼入れのみで、深い硬化層を得ようとする、表面のC濃度は素材のC濃度によって決まるため、一般に高周波焼入れに用いられる鋼材のC量が0.5%前後である(比較例No. 10, 11のSCM440では0.38%である)ことから、浸炭で得られるC濃度(0.8%前後)よりも低いため、高い表面硬さは得られず、面疲労強度が低下してしまう。さらにまた、転動面のみに高周波焼入れ処理を行うNo. 11の場合には、転動面以外の面においては硬化層がないため、陥没が発生する。

【0055】さらにまた、比較例No. 12で示したように、入力および出力ディスクとパワーローラの組み合わせにおいて、どちらか一方を本発明外とした場合、非転動面で有効硬化層深さが大きくなりすぎたり、転動面で高い硬度が得られなかったりして、耐久寿命は低下してしまうこととなるので、ディスクとパワーローラのいずれも本発明条件を満足する組み合わせとすることによってのみ耐久寿命は向上するものとなる。

【0056】さらにまた、浸炭処理時におけるカーボンポテンシャルC. P. が低すぎる比較例No. 13の場合には必要な表面硬さを得ることができないため面疲労強度が低下し転動疲労特性が劣るものとなって耐久寿命が短いものとなり、カーボンポテンシャルC. P. が高すぎる比較例No. 14の場合にも必要な表面硬さを得ることができなくなるので好ましくないものであった。

【0057】以上のことから、本発明実施例によると、面疲労強度に優れ、かつ転動面以外の部位で発生する割れや欠けを大幅に改善する転動体を短時間で製造することが可能になった。

【0058】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれ

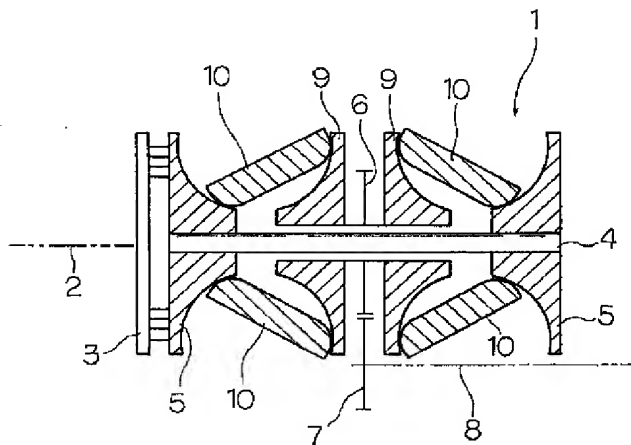
15

ば、潤滑油を介して接触する複数個の金属製転動体を用いたトロイダル式無段変速機において、前記金属製転動体として、クロムを含有する機械構造用鋼を素材とし、表面においてカーボンポテンシャル(C. P.) = 0.8 ~ 3.0%の範囲で浸炭焼入れ処理した後、前記表面のうち転動面のみにおいて高周波焼入れ処理を行い、さらに焼もどし処理を施すことによって、転動面においては表面硬さHv750以上、有効硬化層深さ2mm以上であり、転動面以外においては表面硬さHv650以上、有効硬化層深さ2mm以下であるものを用いること

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明において適用されるトロイダル式無段変速機の一例を示す断面説明図である。

【図1】



16

【図2】本発明の実施例および比較例で採用した熱処理条件(C. P. = 0.85%)において温度と時間の関係を示すグラフである。

【図3】本発明の実施例で採用した熱処理条件(C. P. = 2.0%)において温度と時間の関係を示すグラフである。

【図4】入・出力ディスクにおいて、浸炭焼入れで得られる硬化層(破線)および高周波焼入れで得られる硬化層(実線)を示す断面説明図である。

【図5】パワーローラにおいて、浸炭焼入れで得られる硬化層(破線)および高周波焼入れで得られる硬化層(実線)を示すパターン1, 2の断面説明図である。

【符号の説明】

1 トロイダル式無段変速機

5 入力ディスク

5a 入力ディスクの転動面

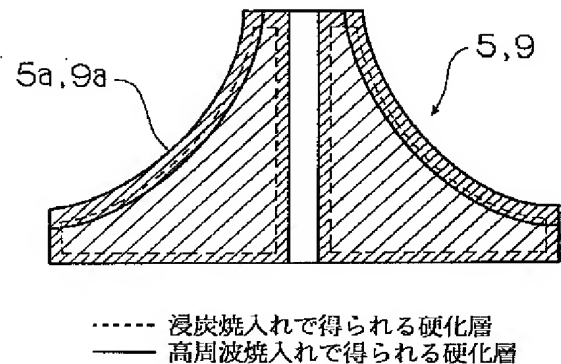
9 出力ディスク

9a 出力ディスクの転動面

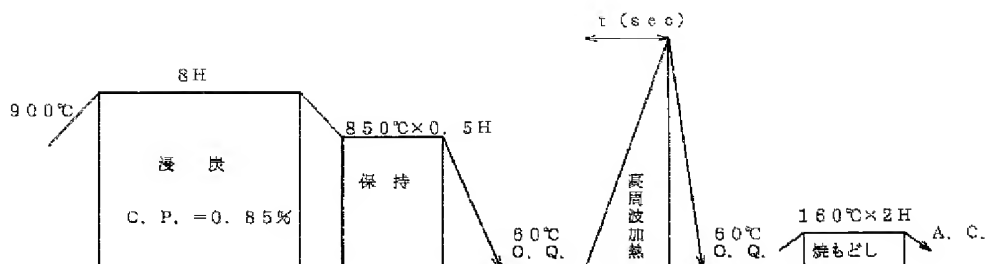
10 パワーローラ

20 10a パワーローラの転動面

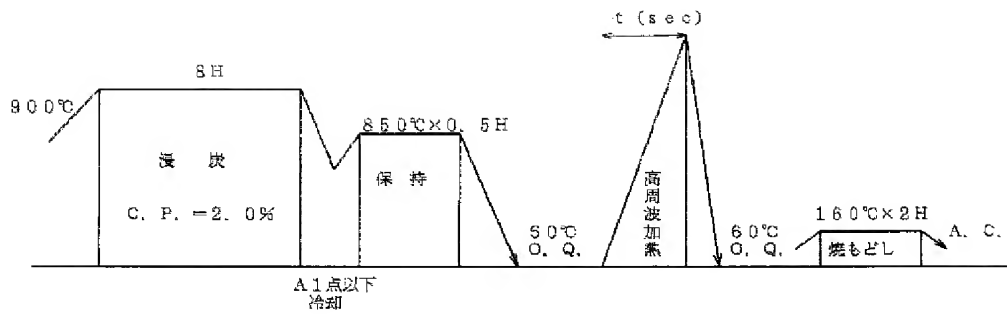
【図4】



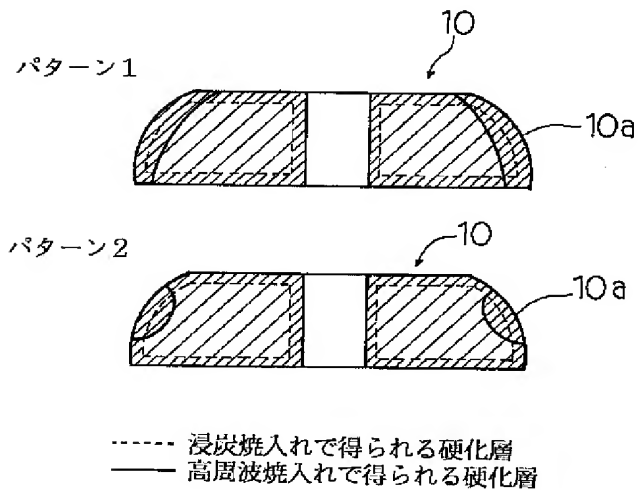
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 浅野晋司  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日  
産自動車株式会社 内

(56)参考文献 特開 昭56-160453 (JP, A)  
特開 昭62-288763 (JP, A)  
特開 昭64-36779 (JP, A)  
大和久 重雄 著「JIS使い方シリーズ熱処理技術マニュアル」(1988-2-15) 財団法人 日本規格協会 P. 94  
(「7. 2. 2 残留応力と疲労強度」を参照)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
F16H 15/38  
C21D 9/40

**DERWENT-ACC-NO:** 2004-055547**DERWENT-WEEK:** 200406*COPYRIGHT 2009 DERWENT INFORMATION LTD*

**TITLE:** Metal rolling element for toroidal stepless transmission, is subjected to cementation quenching, induction hardening and tempering processes, to set surface hardness along rolling and non-rolling surface to preset range

**PATENT-ASSIGNEE:** NISSAN MOTOR CO LTD[NSMO]**PRIORITY-DATA:** 1992JP-320528 (November 30, 1992)**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>
JP 3028688 B2	April 4, 2000	JA

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL- DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL-DATE</b>
JP 3028688B2	Previous Publ	1992JP- 320528	November 30, 1992

**INT-CL-CURRENT:**

<b>TYPE</b>	<b>IPC DATE</b>
-------------	-----------------

CIPP	F16H15/38 20060101
CIPS	C21D9/40 20060101

**RELATED-ACC-NO:** 2000-129165

**ABSTRACTED-PUB-NO:** JP 3028688 B2

**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - A metal rolling element made of low alloy steel containing chromium is subjected to cementation quenching, induction hardening and tempering, in order, so that the surface hardness to a depth of more than 2 mm along the rolling surface is set to more than 750 Hv, whereas the surface hardness to a depth of less than 2 mm along the non-rolling surface is set to more than 650 Hv.

DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for metal rolling element manufacture.

USE - Used for stepless transmission in vehicles and rotation power sources.

ADVANTAGE - The element enhances the surface fatigue strength reliably, thereby quality is enhanced. Improves the productivity of the rolling element.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a sectional view of the toroidal stepless transmission.

stepless transmission (1)

input disk (5)

output disk (9)

power roller (10)

**CHOSEN-DRAWING:** Dwg.1/5

**TITLE-TERMS:** METAL ROLL ELEMENT TOROIDAL STEP  
TRANSMISSION SUBJECT CEMENTATION  
QUENCH INDUCTION HARDEN TEMPER  
PROCESS SET SURFACE HARD NON  
PRESET RANGE

**DERWENT-CLASS:** M21 M24 Q64

**CPI-CODES:** M21-A; M24-D02A;

**SECONDARY-ACC-NO:**

**CPI Secondary Accession Numbers:** 2004-022626

**Non-CPI Secondary Accession Numbers:** 2004-044935